

رتبه بندی کارایی صنایع منتخب فعال در بازار بورس اوراق بهادار تهران: کاربرد روش تحلیل نوسانات روندزدایی شده چند فرکتالی

سکینه اوجی مهر^۱، *افشین منتخاب^۲، علی حسین صمدی^۳

۱. استادیار بخش اقتصاد دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۲. دانشیار بخش فیزیک دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۳. دانشیار بخش اقتصاد دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

(دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۵ پذیرش: ۱۴۰۰/۱/۱۰)

Efficiency Ranking of Selected Industries of Tehran Stock Exchange Market: Application of Multi-Fractal Detrended Fluctuation Analysis

Sakine owjimehr¹, * Afshin Montakhab², Ali Hussein Samadi³

1. Assistant Professor in Economics, Shiraz University, Shiraz, Iran

2. Associate Professor in physics, Shiraz University, Shiraz, Iran

3. Associate Professor in Economics, Shiraz University Shiraz, Iran

(Received: 13/Feb/2021

Accepted: 30/March/2021)

Abstract:

Analysis of financial markets time series is an aspect of finance which is important to both investors as well as regulators. In particular, the validity of the efficient market hypothesis plays a significant part in such considerations. In this regard, the (weak) efficient market hypothesis is usually investigated within the random walk theory with tools such as rescaled rang analysis. However, it is by now well-known that markets are complex system, whose technical analysis requires tools for complex systems theory. We therefore use the Multi-Fractal Detrended Fluctuation Analysis (MFDFA) in order to addresses the degree of market efficiency in various sector of industries in the Tehran Stock Exchange. We choose the largest sectors and analyze their daily price indices for the period of March 2008 to December 2020. For each of the sectors we calculate the generalized Hurst exponent as well as singularity exponent and singularity spectrum. We next use various measures of market inefficiency based on Multi-Fractal analysis (width of singularity spectrum) in order to rank these sectors in term of their inefficiency index. We find that while oil products and metallic mineral products sectors rank high on inefficiency, diversified industrials and base metals, rank relatively lower. We also note that a measure of standard Hurst exponent indicates that all considered sectors are relatively inefficient when compared to other Islamic Stock Exchange indices.

Keywords: Efficiency, Multi-Fractal Detrended Fluctuation Analysis (MFDFA), Stock Industries, Iran.

JEL: : L16, L60, C02, G14.

چکیده:

تجزیه و تحلیل سری های زمانی بازارهای مالی از جمله مباحث مهم مالی است که برای سرمایه گذاران و سیاست گذاران، بسیار حائز اهمیت است. بخصوص بررسی فرضیه بازار کارا از این نظر، قابل توجه است. برای بررسی فرضیه کارایی از نوع ضعیف در چارچوب فرضیه گام تصادفی، در بیشتر موارد از روش هایی مانند تحلیل بازده با مقیاس مجدد (R/S) استفاده شده است. این در حالی است که سری های زمانی مالی، سری های پیچیده ای هستند و تحلیل آن ها نیز نیاز به ابزارهای مناسب دارد. لذا در پژوهش حاضر از تحلیل نوسانات روندزدایی شده چند فرکتالی برای رتبه بندی کارایی بازار در صنایع مختلف بازار بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است. بدین منظور از داده های روزانه ده صنعتی که بیشترین ارزش بازار سهام را دارند، طی فروردین ۱۳۸۷ تا آذرماه ۱۳۹۹ استفاده شده است. برای هر یک از این صنایع، نمای هرست تعمیم یافته، نمای تکینگی و طیف تکینگی محاسبه شده است. سپس با استفاده از معیارهای مختلف کارایی بازار مبتنی بر تحلیل نوسانات روندزدایی شده چندفرکتالی (پهنای طیف تکینگی)، صنایع مورد مطالعه، رتبه بندی شده اند. نتایج حاصل از محاسبه ناکارایی صنایع نشان می دهد که شرکت های چند رشته ای صنعتی و فلزات اساسی، کمترین ناکارایی و فرآورده های نفتی و کانه های فلزی به ترتیب، ناکاراترین صنایع هستند. علاوه بر این، معیار نمای هرست استاندارد نشان می دهد که همه صنایع مورد بررسی نسبت به بازار سهام سایر کشورهای اسلامی، ناکاراتر هستند.

واژه های کلیدی: کارایی، تحلیل نوسانات روند زدایی شده چند فرکتالی، صنایع بورسی، ایران.

طبقه بندی JEL: G14, C02, L60, L16.

۱- مقدمه

بازارهای مالی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصاد هستند که می‌توانند با برقراری ارتباط مؤثر بین پس اندازکنندگان و سرمایه‌گذاران، منجر به تخصیص بهینه منابع شوند. شناخت صحیح ساختار بازار مالی، تأثیر به سزایی در طراحی سیاست‌ها و راهبردهای مناسب سرمایه‌گذاری، تعیین سبد دارایی و وضع قوانین و مالیات دارد.

مطالعه بازارهای مالی تا مدت زیادی بر مبنای فرضیه گام تصادفی^۱ بوده است. فرضیه گام تصادفی توسط باچلیر^۲ (۱۹۰۰)، معرفی شده است. این فرضیه، پایه یک نظریه بنیادی در رابطه با بازارهای مالی یعنی فرضیه بازار کارا است^۳ که فاما (۱۹۷۰)، پیشنهاد کرده است. از نظر فاما، یک بازار، کارا از نوع ضعیف است اگر قیمت سهام، به سرعت نسبت به هر اطلاعات جدیدی، تعدیل شود و از کسب بازدهی غیرعادی توسط سرمایه‌گذاران جلوگیری کند. اما مطالعات زیادی نشان داده است که بازارهای سهام معمولاً چنین نیستند. از طرفی، مطالعات مختلفی نشان داده‌اند که بازارهای مالی دارای ویژگی‌های خاصی (مانند توزیع دم کلفت، همبستگی درازمدت، خوشه بندی تلاطم، فرکتال، فرکتال چندگانه و آشوبناک)^۴ هستند که با دو فرضیه گام تصادفی و بازار کارا، سازگار نیست. بنابراین، حرکات بازار باید با منطقی قوی‌تر از فرضیه بازار کارا، توضیح داده شود. در همین راستا، فرضیه بازار فرکتال^۵ توسط پیترز^۶ (۱۹۹۴) مطرح شده است. فرضیه بازار فرکتال نسبت به دو فرضیه دیگر، محدودیت کمتری دارد؛ برای مثال، احتمال رفتار ناهمگن سرمایه‌گذاران را در نظر می‌گیرد (اسلام^۷ و همکاران، ۲۰۲۰).

از نظریه فراکتال می‌توان برای توصیف خاصیت ناوردایی مقیاس^۸ استفاده کرد. البته وجود خاصیت ناوردایی مقیاس، با روش‌هایی مانند تحلیل بازه با مقیاس مجدد^۹ (R/S)، توزیع پایدار لوی^{۱۰} و تحلیل نوسانات روندزایی شده^{۱۱} (DFA)، تأیید شده است. اما با توجه به محدودیت‌هایی که این روش‌ها در تحلیل رفتار مقیاس بندی توزیع های احتمال در سری های

زمانی مالی دارند، می‌توان از روش نوسانات روندزایی شده چند فرکتالی^{۱۲} ($MF-DFA$) استفاده کرد. این روش در سال ۲۰۰۲ توسط کانتلهاردت^{۱۳} و همکاران ارائه شده است (یینگ^{۱۴} و همکاران، ۲۰۰۹).

با استفاده از تحلیل نوسانات روندزایی شده چند فرکتالی می‌توان درباره کارایی، ریسک و میزان توسعه یافتگی بازارهای مالی، اظهار نظر کرد. این روش در مطالعات داخلی توسط جعفری و همکاران (۱۳۹۰) برای تحلیل رفتار بازار بورس اوراق بهادار تهران براساس اطلاعات دوره ۱۳۸۱-۱۳۸۷ استفاده شده و چند فرکتالی بودن بازار سهام ایران، مورد تأیید قرار گرفته است.

تحقیق حاضر به دنبال رتبه بندی کارایی صنایع منتخب فعال در بازار بورس اوراق بهادار تهران طی فروردین ۱۳۸۷ تا آذرماه ۱۳۹۹ است. در این راستا، صنایعی که بیشترین ارزش را در بازار بورس اوراق بهادار تهران را دارند؛ یعنی صنعت محصولات شیمیایی، فلزات اساسی، بانک‌ها و موسسات اعتباری، فرآورده‌های نفتی، استخراج کانه‌های فلزی، شرکت‌های چند رشته‌ای صنعتی، گروه خودرو و ساخت قطعات و سرمایه‌گذاری‌ها، انتخاب شده اند. بدین صورت که تحلیل نوسانات روندزایی شده چندفرکتالی، با استفاده از داده‌های روزانه هر یک از صنایع منتخب، به تفکیک انجام شده و با استفاده از نمای هرست تعمیم یافته در مرتبه های مختلف، همچنین رسم طیف چند فرکتالی، معیارهای مختلف کارایی مربوط به هر صنعت، محاسبه شده است. نتایج به دست آمده می‌تواند یاری گر سرمایه‌گذاران برای انتخاب پورتفوی بهینه و سیاستگذاران برای انتخاب سیاست های بهینه، باشد.

مقاله حاضر در شش بخش تنظیم شده است. پیشینه تحقیق در بخش دوم آورده شده است. در بخش سوم، تکنیک نوسانات روندزایی شده چند فرکتالی توضیح داده شده است. در بخش چهارم، کاربرد تحلیل نوسانات روند زایی شده چند فرکتالی در داده‌های مالی ارائه شده است. بخش پنجم به معرفی داده‌ها و نتایج تجربی اختصاص یافته است. در آخرین بخش نیز جمع بندی از کل مقاله صورت گرفته است.

۲- سابقه تجربی پژوهش

در رابطه با بررسی کارایی بازار سهام، مطالعات زیادی انجام شده است. در بیشتر این مطالعات، فرضیه گام تصادفی با استفاده از آزمون نسبت واریانس، آزمون نرمال بودن تابع توزیع،

1. Random Walk Hypothesis (RWH)
2. Bachelier
3. Efficient Market Hypothesis (EMH)
4. fat tails, long-term correlations, volatility clustering, fractals/multifractals and chaos
5. Fractal Market Hypothesis
6. Peters
7. Aslam
8. Scale invariance property
9. Rescaled Range Analysis
10. Levy Stable Distribution
11. Detrended Fluctuation Analysis

12. Multifractal Detrended Fluctuation Analysis

13. Kantelhardt

14. Ying

فرکتالی دارند. یوان^۳ و همکاران (۲۰۰۹)، نیز به تحلیل شاخص قیمت روزانه سهام بازار شانگهای پرداخته‌اند. این محققان به این نتیجه رسیده‌اند که دو منبع مختلف برای رفتار چندفرکتالی سری زمانی وجود دارد: توزیع احتمال دم کلفت^۴ و همبستگی زمانی غیر خطی. دووتا^۵ (۲۰۱۰)، شاخص حساسیت^۶ بازار بورس بمبئی را طی دوره ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۹ مورد مطالعه قرار داده است. همچنین، اثر افت بازار سهام در سال ۲۰۰۸ را نیز بررسی کرده است. نتایج این تحقیق نشان داده است که نوسانات شاخص حساسیت، ماهیت چند فرکتالی دارد. همچنین درجه چند فرکتالی، قبل از رفتار ناهنجار شاخص حساسیت، افزایش یافته است. کارایانی^۷ (۲۰۱۲)، بازارهای سهام اروپای شرقی و مرکزی را مورد بررسی قرار داده است. نتایج مطالعه وی نشان می‌دهد که در طول بحران مالی جهانی، در بازارهای مورد مطالعه، ویژگی چند فرکتالی وجود داشته است. اما این پژوهشگر، ارتباط مستقیمی بین بحران و طیف چند فرکتالی مشاهده نکرده است. هورتا^۸ و همکاران (۲۰۱۴)، نیز به تأثیر بحران‌های مالی سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۰ بر بازار سهام کشورهای بلغارستان، فرانسه، یونان، ژاپن، هلند، پرتغال، انگلستان و آمریکا، پرداخته‌اند. این محققان، تکنیک MF-DMA را با الگوهای مفصلی^۹، ترکیب کرده و به این نتیجه دست یافته‌اند که بیشتر بازدهی‌ها، در دوره بحران ۲۰۰۸، دارای حافظه درازمدت بوده‌اند. اما این رفتار در قبل از/ یا حین دوره بحران ۲۰۱۰، مشاهده نشده است.

ب) مطالعاتی که با استفاده از ویژگی چند فراکتالی، کارایی بازار سهام را محاسبه کرده‌اند:

ریزوی^{۱۰} و همکاران (۲۰۱۴)، کارایی بازارهای اسلامی و توسعه یافته را محاسبه و با هم مقایسه کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که کشورهای اسلامی در طول بحران، عملکرد بسیار کاراتری داشته‌اند. ژوانگ و ما^{۱۱} (۲۰۱۵)، کارایی ده صنعت مهم چین را مورد مطالعه قرار داده و ضمن نشان دادن ویژگی چند فرکتالی در تمام صنایع، آن‌ها را از لحاظ کارایی رتبه بندی کرده‌اند. ریزوی و ارشد^{۱۲} (۲۰۱۶)، در مطالعه دیگری، بر

آزمون گردش، خودهمبستگی پیاپی، الگوهای خودرگرسیون میانگین متحرک و نظریه آشوب بررسی شده است.^۱ اما همان-طور که بیان شد، بازار سهام معمولاً دارای ویژگی چند فرکتالی است (این ویژگی در مطالعه جعفری و همکاران (۱۳۹۰) برای بازار سهام ایران نیز، تأیید شده است). بنابراین باید از ابزارهای متناسب با این ویژگی برای تحلیل بازارهای مالی یا محاسبه کارایی استفاده کرد.

در چارچوب تحلیل همبستگی درازمدت در داده‌های سری زمانی مالی و بررسی ویژگی فرکتالی، می‌توان مطالعات متعدد داخلی و خارجی را یافت که با تکیه بر روش‌هایی مانند تحلیل بازه با مقیاس مجدد (R/S)، توزیع پایدار لوی و تحلیل نوسانات رونزدایی شده (DFA)، به تحلیل بازارهای مالی پرداخته‌اند. با توجه به این که در مطالعه حاضر، تمرکز اصلی بر روش تحلیل نوسانات رونزدایی شده چند فرکتالی (MF-DFA) است، فقط مطالعات انجام شده با این روش، به طور اجمالی بررسی می‌شوند.

این مطالعات نیز در دو گروه، دسته بندی شده‌اند. در ابتدا، مطالعاتی که به صورت کلی، ویژگی چند فرکتالی را در بازار سهام بررسی کرده‌اند بیان شده‌اند و در ادامه، مطالعاتی که با استفاده از ویژگی چند فرکتالی، کارایی بازار سهام را نیز محاسبه کرده‌اند، ارائه شده‌اند.

الف) مطالعاتی که به صورت کلی، ویژگی چند فرکتالی را در بازار سهام بررسی کرده‌اند:

اوسوی^۲ و همکاران (۲۰۰۵)، بازدهی قیمت سهام و زمان معامله در بازار بورس آلمان طی دوره ۱۹۹۹-۱۹۹۷ را مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که هر دو شاخص بازدهی قیمت سهام و زمان معامله، ویژگی چند

۱. لازم به ذکر است، در پژوهش حاضر منظور از کارایی، کارایی اطلاعاتی است. یکی دیگر از تعابیر کارایی در مطالعات، بهره‌وری است که اگر این مفهوم مورد نظر محقق باشد، از تکنیک‌هایی مانند تحلیل پوششی داده‌ها استفاده خواهد کرد. به عنوان مثال، کتابی و همکاران (۱۳۹۴)، صنایع منتخب بورس اوراق بهادار تهران را بر اساس عوامل بنیادی صنعت، با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها رتبه بندی کرده‌اند. ملاک رتبه بندی این محققان، بازده سالانه و نسبت درآمد به قیمت به عنوان متغیر خروجی بوده است. این در حالی است که در کارایی اطلاعاتی، بحث اصلی، امکان پیش بینی پذیری بازار و کسب بازده غیر عادی، است. لذا این دو تعریف از کارایی، تفاوت بسیاری دارند، بنابراین از تکنیک‌های متفاوتی نیز قابل محاسبه هستند.

2. Os'wie

3. Yuan

4. Fat-Tailed

5. Dutta

6. Sensitive Index

7. Caraiani

8. Horta

9. Copula

10. Rizvi

11. Zhuang & Ma

12. Rizvi & Arshad

مطالعات داخلی دارای نوآوری است. از طرفی، بررسی ویژگی چند فرکتالی در بازار بورس تهران نیز در مطالعات نوروز زاده و جعفری (۲۰۰۵) و جعفری و همکاران (۱۳۹۰)، برای کل بازار انجام شده است. این در حالی است که در مطالعه حاضر، تحلیل چند فرکتالی به تفکیک صنایع انجام شده است. همچنین تحقیق حاضر با مد نظر قرار دادن داده‌های ۱۳۸۵-۱۳۹۹، دوره نسبتاً درازمدتی را در نظر گرفته، دوره‌ای که بازار بورس را به دلیل تلاطم‌های زیاد از جمله تحریم‌های شدید بعد از سال ۱۳۹۰، به شدت تحت تأثیر قرار داده است.

۳- تکنیک نوسانات روند زدایی شده و نوسانات روند زدایی شده چند فرکتالی

تجزیه و تحلیل نوسانات روندزدایی شده (DFA) توسط پنگ^۴ و همکاران (۱۹۹۴) ارائه شده است. این تکنیک به میزان وسیعی برای تعیین همبستگی درازمدت در سری‌های زمانی ناماناستفاده شده است. از این روش در تحلیل داده‌های علوم مختلف از جمله علوم پزشکی، زیست، هواشناسی و اقتصاد استفاده می‌شود. در تکنیک DFA، سری زمانی با طول N به بخش مساوی تقسیم شده و متوسط تابع نوسانات روندزدایی شده به صورت زیر بیان می‌شود^۵:

(۱) $\langle F^2(s) \rangle \sim s^H$

در رابطه (۱)، H نمای هرست^۶ نامیده می‌شود. کانتلهاردت و همکاران (۲۰۰۲) روش نوسانات روندزدایی شده را به نوسانات روندزدایی شده چند فرکتالی (MF-DFA) تعمیم دادند که امکان شناسایی رفتار چند فرکتالی داده‌ها را فراهم می‌کند. این محققان، تکنیک نوسانات روندزدایی شده چند فرکتالی را در پنج مرحله انجام داده‌اند که به شرح زیر است:

مرحله اول: مشخص کردن پروفایل^۷:

بدین منظور سری زمانی $x(i)$ با طول N و میانگین $\bar{x}$ در نظر گرفته می‌شود و پروفایل به صورت رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

(۲) $i = 1, 2, \dots, N$, $y(i) = \sum_{k=1}^i |x(k) - \bar{x}|$

مرحله دوم: تقسیم پروفایل $y(i)$ به N_s به $\text{int}(\frac{N}{s})$ قسمت با طول S که همپوشانی هم نداشته باشند.

از آن جا که در بیشتر موارد، طول سری زمانی، مضرب صحیحی از مقیاس زمانی S نیست، یک بخش کوچک از

کارایی بازارهای سهام کشورهای آسیایی در پاسخ به دوران بحران نسبت به قبل از بحران، تمرکز کرده‌اند. بدین منظور از داده‌های کشورهای مالزی، اندونزی، سنگاپور و کره جنوبی استفاده کرده‌اند. نتایج آن‌ها نشان داده است که بحران مالی آسیا بر بازار هر چهار کشور ذکر شده، تأثیر منفی داشته است. در سال‌های اخیر نیز، میلوس^۱ و همکاران (۲۰۲۰)، به مقایسه ویژگی چندفرکتالی بازارهای سهام هفت کشور اروپای شرقی و مرکزی پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه حاکی از این است که درجه بالایی از چند فرکتالی در بازار سهام کشورهای مورد بررسی وجود دارد. به عبارت دیگر، درجه کارایی در این بازارها، پایین است. بالاترین درجه چند فرکتالی در بازار سهام کشورهای بلغارستان و چک و کمترین درجه در بازارهای سهام اسلووانی و کرواسی مشاهده شده است. همچنین بر اساس توسعه یافتگی، این کشورها در گروه‌های مختلف توسعه یافته (لهستان)، پیشرفته در حال ظهور (جمهوری چک و مجارستان)، مرزی^۲ (بلغارستان، کرواسی، اسلوونی، رومانی) دسته بندی شده‌اند. همچنین، اسلام و همکاران (۲۰۲۰)، به بررسی وابستگی دراز مدت و پارامترهای چند فرکتالی شاخص قیمت سهام MSCI^۳ در نه کشور آسیایی پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان داده است که در کشورهای مورد بررسی، درجات مختلفی از چند فرکتالی وجود دارد. بر اساس درجه چند فرکتالی، بازارهای سهام چین و کره جنوبی، کمترین همبستگی دراز مدت را داشته و کشورهای پاکستان، اندونزی و تایلند پس از آن‌ها قرار گرفته‌اند. بر عکس، بازارهای سهام هند و مالزی، بالاترین سطح همبستگی را داشته‌اند. این نتایج را می‌توان به ناکارایی موجود در این بازارها نسبت داد.

در زمینه مطالعات مرتبط با اقتصاد ایران، نوروز زاده و جعفری (۲۰۰۵)، بر اساس داده‌های روزانه بازار بورس اوراق بهادار تهران طی دوره ۲۰۰۴-۱۹۹۶، ویژگی چند فرکتالی در این داده‌ها را تأیید کرده‌اند. جعفری و همکاران (۱۳۹۰) نیز با استفاده از داده‌های قیمت سهام بازار اوراق بهادار تهران، طی دوره ۱۳۸۷-۱۳۸۱ نشان داده‌اند که دو نوع مختلف توزیع‌های دُم کلفت و همبستگی‌های دراز مدت باعث چند فرکتالی شدن نوسانات شاخص بورس اوراق بهادار تهران طی دوره مورد بررسی شده است. اما بر اساس جستجوهای انجام شده، مطالعه‌ای که به محاسبه کارایی بر اساس ویژگی چند فرکتالی پرداخته باشد؛ یافت نشد. لذا تحقیق حاضر با محاسبه و رتبه بندی صنایع منتخب فعال در بورس اوراق بهادار تهران، در بین

4. Peng

۵. جهت کسب اطلاعات بیشتر به مقاله پنگ (۱۹۹۴) مراجعه کنید.

6. Hurst Exponent

7. Profile

1. Miloš

2. Frontier

3. Morgan Stanley Capital International (MSCI)

در چند فرکتالی، طیف پیوسته ای از نماها لازم است. سری زمانی چند فرکتالی دارای توزیع نرمال نیست و تمام گشتاورهای آماری مرتبه q باید لحاظ شوند. در تحلیل نوسانات روندزایی شده چند فرکتالی، نوسانات کوچک با q منفی و نوسانات بزرگ با q مثبت، نمایش داده می‌شود. همچنین انتظار می‌رود که با افزایش q ، مقدار عددی نمای هرست، کاهش یابد.

نمای هرست از مرتبه q ، H_q ، تنها یکی از چند نوع مؤلفه مقیاس بندی مورد استفاده در پارامتری کردن یک سری زمانی با ساختار چند فرکتالی است. روش معمول در متون MF-DFA، این است که ابتدا، با استفاده از H_q ، نمای مقیاس بندی^۲، $\tau(q)$ ، به صورت رابطه (۷) محاسبه شود:

$$\tau(q) = qH_q - 1$$

سپس $\tau(q)$ به نمای تکینگی^۳ از مرتبه q یعنی $h(q)$ و دامنه تکینگی^۴ از مرتبه q یعنی $D(q)$ تبدیل شود:

$$h(q) = \frac{d\tau(q)}{dq} \quad (۸)$$

$D(q) = q \frac{d\tau(q)}{dq} - \tau(q)$

نمودار $D(q)$ بر حسب $h(q)$ طیف چند فرکتالی نامیده می‌شود. $\tau(q)$ در سری های زمانی نوفه سفید و تک فرکتالی، به صورت خطی بر حسب q تغییر می کند (نمودار ب از شکل ۱). بنابراین $h(q)$ برای این دو سری، ثابت باشد، زیرا $h(q)$ تانژانت شیب $\tau(q)$ است. ثابت بودن $h(q)$ باعث کاهش طیف چند فرکتالی می شود. به همین دلیل، همانطور که منحنی ج از شکل ۱ نشان می دهد، سری زمانی نوفه سفید و تک فرکتالی، دامنه طیف بسیار کوچکی دارند. این در حالی است که در سری زمانی چند فرکتالی، $\tau(q)$ نسبت به q ، به صورت یک منحنی رسم شده، در نتیجه $h(q)$ مقداری کاهشی دارد. پس طیف چند فرکتالی، طیفی بزرگ است و فاصله بیشترین و کمترین مقدار $h(q)$ ، پهنای طیف است (ایهلن، ۲۰۱۲ و کانتلهاردت و همکاران، ۲۰۰۲).

انتهای پروفایل باقی می‌ماند. بنابراین، برای نادیده نگرفتن این بخش از سری زمانی، فرآیند تقسیم کردن، یکبار دیگر نیز از انتهای سری زمانی انجام می شود. پس در نهایت، $2N_s$ قسمت به دست می‌آید.

مرحله سوم، محاسبه روند محلی^۱ هر یک از $2N_s$ قسمت با استفاده از برازش حداقل مربعات سری زمانی و تعیین واریانس به صورت رابطه (۳):

$$F^2(v, s) \equiv \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s \{y[(v-1)s+i] - y_v(i)\}^2$$

این واریانس برای هر قسمت v از سری زمانی محاسبه شده است به طوری که $v = 1, \dots, N_s$. همچنین واریانس برای $v = N_s + 1, \dots, 2N_s$ نیز به صورت رابطه (۴) محاسبه می‌شود:

$$F^2(v, s) \equiv \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s \{y[N - (v - N_s)s + i] - y_v(i)\}^2$$

که در آن، y_v چند جمله ای برازش شده در قسمت v است. مرحله چهارم، متوسط گیری از کل قسمت‌ها برای محاسبه تابع نوسانات از مرتبه q

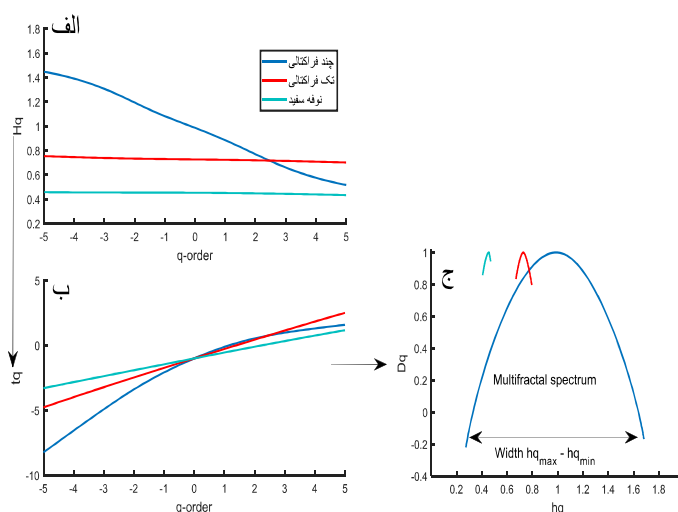
$$F_q(s) \equiv \left\{ \frac{1}{2N_s} \sum_{v=1}^{2N_s} [F^2(v, s)]^{q/2} \right\}^{1/q}$$

در این جا q می تواند هر مقداری باشد. در صورتی که مقدار q برابر با ۲ باشد، تابع نوسانات مشابه DAF خواهد بود. مرحله پنجم، تعیین رفتار مقیاس بندی تابع نوسانات با تحلیل منحنی لگاریتمی - لگاریتمی $F_q(s)$ بر حسب s برای مقادیر مختلف q :

بدین منظور تابع نوسانات به صورت رابطه (۶) نوشته می شود:

$$F_q(s) \sim s^{H_q}$$

H_q نمای هرست تعمیم یافته است. اگر منحنی لگاریتم-لگاریتمی $F_q(s)$ بر حسب s برای مقادیر مختلف q ترسیم شود، شیب خط رگرسیون، نمای هرست تعمیم یافته است. در صورتی که H_q وابسته به s باشد، سری مورد بررسی خاصیت چند فرکتالی دارد در غیر این صورت تک فرکتالی خواهد بود. یک سری زمانی چند فرکتالی در حقیقت تعمیمی از یک سری تک فرکتالی است. در سری تک فرکتالی با استفاده از یک نمای منفرد به عنوان بُعد فرکتال، تحلیل ها انجام می‌شود ولی



نمودار ۱. مقایسه H_q ، $\tau(q)$ و طیف چند فرکتالی در سری زمانی نوفه سفید، تک فرکتالی و چند فرکتالی
مأخذ: یافته‌های تحقیق بر اساس کد نوشته شده توسط ایهلن (۲۰۱۲)

معیارهای مختلفی برای محاسبه ناکارایی بازار مبتنی بر روش MF-DFA طراحی کرده اند.

همچنین پویایی‌های کارایی از نوع ضعیف بازارهای مالی را می‌توان با استفاده از نمای هرست تعمیم یافته، شناسایی کرد. برای یک بازار کارایی از نوع ضعیف، تمام انواع نوسانات باید رفتار گام تصادفی داشته باشند؛ به عبارت دیگر، نمای هرست مربوط به مرتبه های مختلف q باید برابر با 0.5 باشد. بر این اساس چند معیار مختلف برای محاسبه ناکارایی در مطالعات مختلف استفاده شده است. یک معیار ساده که بسیار مورد استفاده قرار گرفته است به صورت رابطه (۱۱) است (ژوانگ و ما، ۲۰۱۵):

(۱۱)

$$ED = |h(q = 2) - 0.5|$$

مقدار بیشتر ED، نشان دهنده انحراف بزرگ‌تر نمای هرست مرتبه دوم از 0.5 است. نمای هرست، معیاری از همبستگی دراز مدت و فرکتالی بودن سری زمانی است. اگر یک سری، تصادفی و ناهمبسته باشد، مقدار نمای هرست برابر با 0.5 خواهد بود و در نتیجه مقدار ED، صفر می‌شود. پس هر چه مقدار ED بیشتر باشد، بازار ناکارتر است.

از آن‌جا که نمای هرست از مرتبه دوم، نمی‌تواند تمام نوسانات سری زمانی را در نظر بگیرد، بنابراین معیار دیگری برای محاسبه ناکارایی بر اساس مقادیر مختلف نمای هرست در مرتبه های مختلف، مورد استفاده قرار گرفته است:

(۱۲)

$$DME = \frac{1}{q_{max} - q_{min} + 1} \sum_{q=q_{min}}^{q_{max}} ED(q)$$

از تکنیک نوسانات روندزایی شده چند فرکتالی به طور وسیعی برای شناسایی خودهمبستگی دراز مدت در بازارهای مالی مانند بازار سهام، بازارهای ارز و بازارهای طلا، استفاده شده است (ژوانگ و ما، ۲۰۱۵). تابع همبستگی بر اساس نمای هرست به صورت رابطه (۱۰) بیان می‌شود (نوروززاده و جعفری، ۲۰۰۵):

(۱۰)

$$C = 2(2h-1) - 1$$

اگر نمای هرست برابر با 0.5 باشد، همبستگی برابر با صفر است. اگر نمای هرست برابر با 1 باشد، ضریب همبستگی نیز 1 خواهد شد که نشان دهنده همبستگی کامل مثبت است. در صورتی که نمای هرست بین 0 و 0.5 باشد، رفتار ضد همبسته وجود دارد. به این معنی که اگر سری زمانی در دوره قبل، بالا باشند به احتمال زیاد در دوره بعد، پایین خواهند بود.

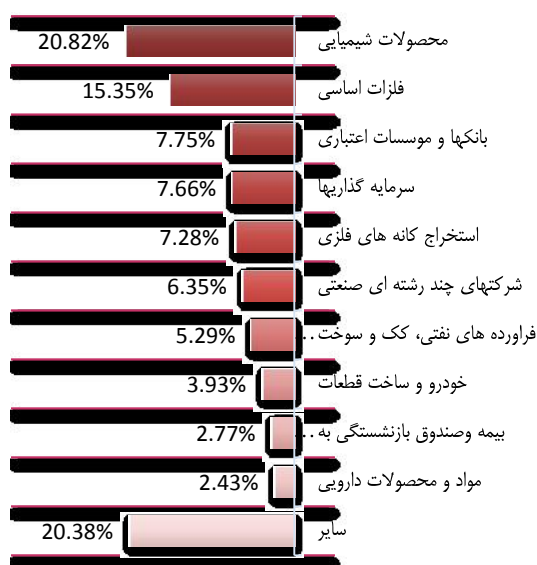
وقتی نمای هرست بین 0.5 و 1 است، سری زمانی، همبسته است و در تمام مقیاس‌های زمانی، حافظه دراز مدت دارد. برای مثال، تغییرات قیمت روزانه با تغییرات قیمت روزانه آینده، مرتبط است. همچنین، تغییرات قیمت هفتگی با تغییرات قیمت هفتگی آینده، مرتبط است (نوروززاده و جعفری، ۲۰۰۵).

برخی محققان برای مطالعه کارایی بازارهای مالی از تکنیک MF-DFA استفاده کرده‌اند^۱. بازارهای مالی توسعه یافته، کارایی بالاتری دارند، همچنین چند فرکتالی کمتری دارند. به عبارت دیگر، هر چه ویژگی چند فرکتالی در یک بازار بیشتر باشد، آن بازار کمتر توسعه یافته و ناکارتر است. محققان از

۱. بسیاری از این مطالعات در قسمت سابقه پژوهشی ذکر شده‌اند.

گل‌گهر)، شرکت‌های چند رشته‌ای صنعتی (شامل شرکت شستا، وامید، وغدیر، وبانک و صندوق)، گروه خودرو و ساخت قطعات، سرمایه‌گذاری‌ها (شرکت‌های سرمایه‌گذاری)، مواد و محصولات دارویی.^۲

داده‌های مربوط به شاخص قیمت روزانه تمام صنایع مذکور طی فروردین ۱۳۸۷ تا آذرماه ۱۳۹۹، از سازمان بورس و اوراق بهادار تهران، جمع‌آوری شده است. لازم به ذکر است، از لگاریتم نسبت دو دوره متوالی قیمت سهام در تحلیل نوسانات روندزایی شده چند فرکتالی استفاده شده است.



نمودار ۲. ده صنعت با بیشترین ارزش بازار سهام در مجموع بازار

بورس و فرابورس

مأخذ: گزارش‌های ماهیانه سازمان بورس و اوراق بهادار (آذر ماه ۱۳۹۹)

جدول ۱، آمار توصیفی داده‌های مورد استفاده را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود اگر چه میانگین بازدهی قیمت صنایع مورد بررسی تفاوت چندانی با هم ندارد، اما در مجموع، فرآورده‌های نفتی با بالاترین مقدار بیشینه (۲/۲۶۱۵) و پایین‌ترین مقدار کمینه (۲/۳۳۴۶-)، نوسانات بیشتری نسبت به سایر صنایع داشته است.

تحلیل نوسانات روندزایی شده چند فرکتالی

تحلیل نوسانات روندزایی شده چند فرکتالی با استفاده از کد نوشته شده در نرم افزار متلب، برای صنعت محصولات شیمیایی، فلزات اساسی، بانک‌ها و موسسات اعتباری،

برای یک بازار کارا، مقدار DME، مانند ED، صفر خواهد بود.

معیار مشابه دیگری (رابطه ۱۳) معرفی شده که این معیار فقط ویژگی نوسانات بزرگ و کوچک را مد نظر قرار می‌دهد:

$$DMEE = \frac{1}{2} [ED(q_{min}) + ED(q_{max})]$$

در نهایت، معیار دیگری که بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد به صورت رابطه (۱۴) است:

$$(14)$$

$$ME = \frac{1}{2} (|h_{min}(q) - 0.5|$$

$$+ |h_{max}(q) - 0.5|)$$

تفاوت معیار تعریف شده در رابطه (۱۴) نسبت به سایر معیارهای معرفی شده، استفاده از مقادیر حداکثر و حداقل نمای تکینگی است. اختلاف دو مقدار حداکثر و حداقل نمای تکینگی، پهنای طیف را نشان می‌دهد و هر چه پهنای طیف چند فرکتالی بیشتر باشد، نشان دهنده این است که سری زمانی ویژگی چندفرکتالی بیشتری دارد.

۴- نتایج تجربی

معرفی داده‌ها

در بازار بورس اوراق بهادار تهران، بیش از ۵۰ صنعت مختلف، فعال هستند. هر یک از این صنایع متعلق به شرکت‌ها و نهادهای مختلفی است. در تحقیق حاضر، صنایعی مورد مطالعه و مقایسه قرار می‌گیرند که بیشترین ارزش بازار را به خود اختصاص داده باشند. این صنایع به دلیل داشتن سهم‌های ارزنده، همواره مورد توجه سرمایه‌گذاران بوده‌اند.

بدین ترتیب، جامعه هدف مطالعه حاضر، ده صنعت با بیشترین ارزش بازار سهام در مجموع بورس و فرابورس است.^۱ سهم هر یک از این صنایع از کل بازار در شکل ۴، ترسیم شده است. این صنایع عبارتند از: صنعت محصولات شیمیایی (شامل شرکت‌های پتروشیمی)، فلزات اساسی (شامل شرکت‌هایی از قبیل فولاد مبارکه اصفهان، شرکت ملی صنایع مس ایران، ذوب‌آهن اصفهان و ...)، بانک‌ها و موسسات اعتباری، فرآورده‌های نفتی، استخراج کانه‌های فلزی (شامل شرکت‌هایی از قبیل توسعه معادن روی ایران، شرکت معدنی و صنعتی

۱. اگرچه ده صنعت مذکور بر اساس داده‌های ۱۳۹۹ انتخاب شده‌اند، اما بیشتر آن‌ها در سال‌های مختلف، جزء این گروه بوده‌اند.

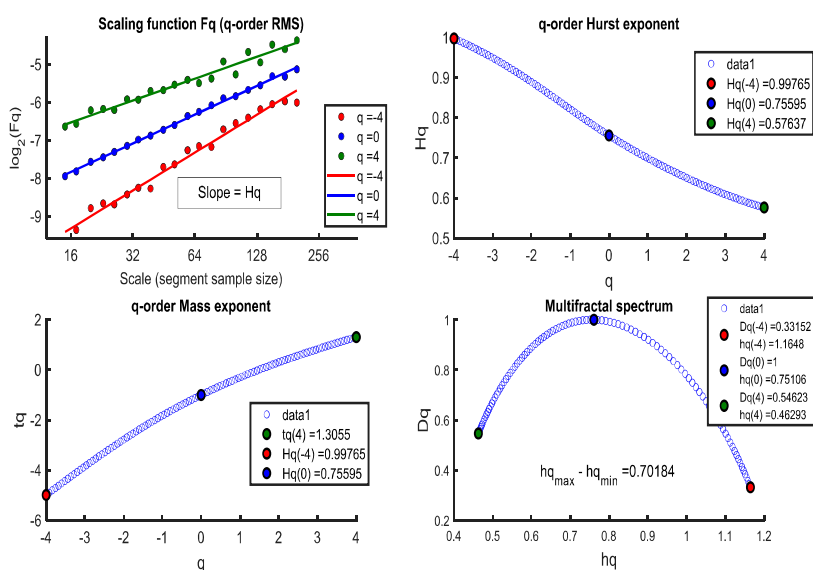
۲. بیمه به دلیل کمبود داده از تحلیل، حذف شده است.

فرآورده‌های نفتی و استخراج کانه‌های فلزی، شرکت‌های چند رشته‌ای صنعتی، گروه خودرو و ساخت قطعات، سرمایه‌گذاری‌ها و محصولات دارویی انجام شده است. نتایج حاصله، در شکل ۵ آمده است.

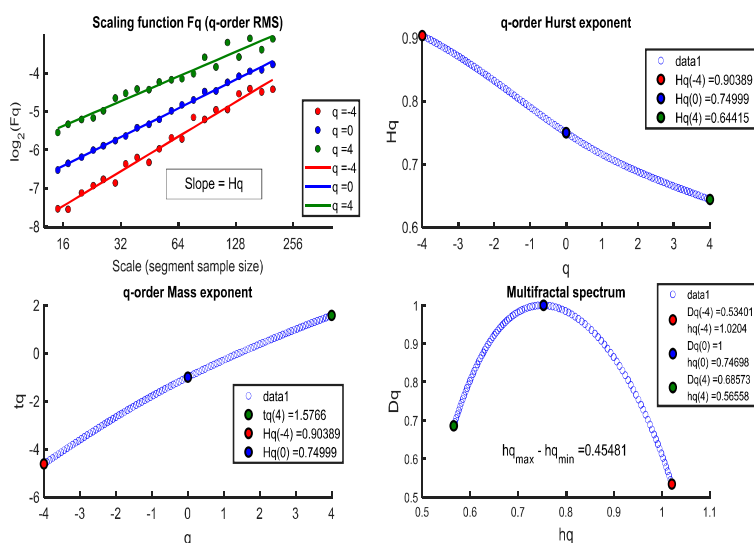
جدول ۱. آمار توصیفی داده‌ها

محصولات شیمیایی	فلزات اساسی	بانک‌ها	سرمایه گذاری	کانه‌های فلزی	چند رشته‌ای	فرآورده‌های نفتی	خودروسازی	محصولات دارویی
میانگین	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۱۶
بیشینه	۰/۱۱۵۲	۰/۱۹۶۵	۰/۲۲۵۷	۰/۰۹۳۳	۰/۱۰۳۷	۰/۱۳۷۶	۲/۲۶۱۵	۰/۰۶۲
کمینه	-۰/۲۱۱۴	-۰/۲۲۳۸	-۰/۱۷۴۸	-۰/۰۵۴۵	-۰/۱۷۰۰	-۰/۱۲۴۴	-۲/۳۳۴۶	-۰/۰۴

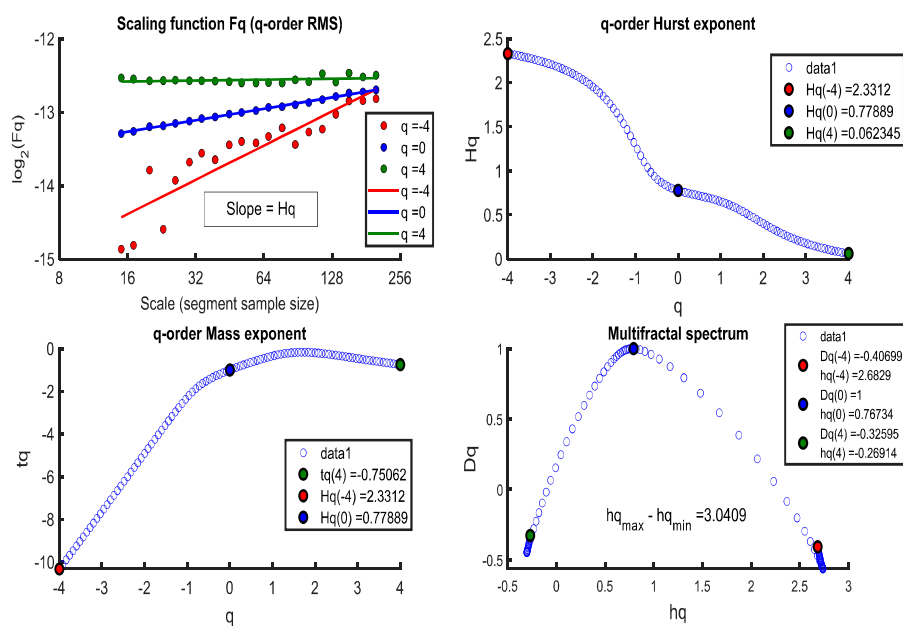
مأخذ: یافته‌های تحقیق



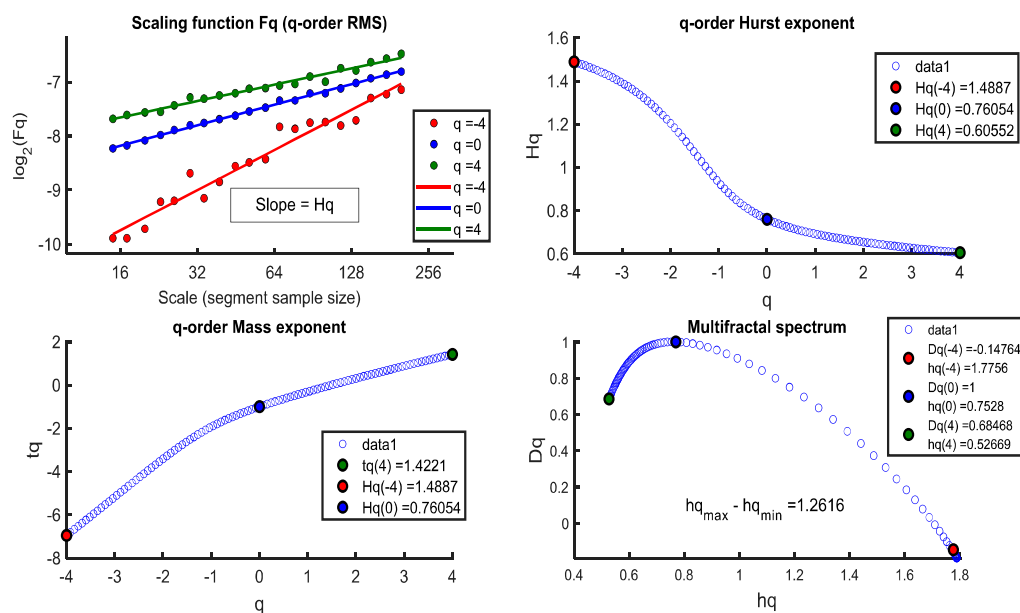
(الف) منحنی‌های حاصل از تحلیل نوسانات روندزدایی شده چند فرکتالی مربوط به محصولات شیمیایی



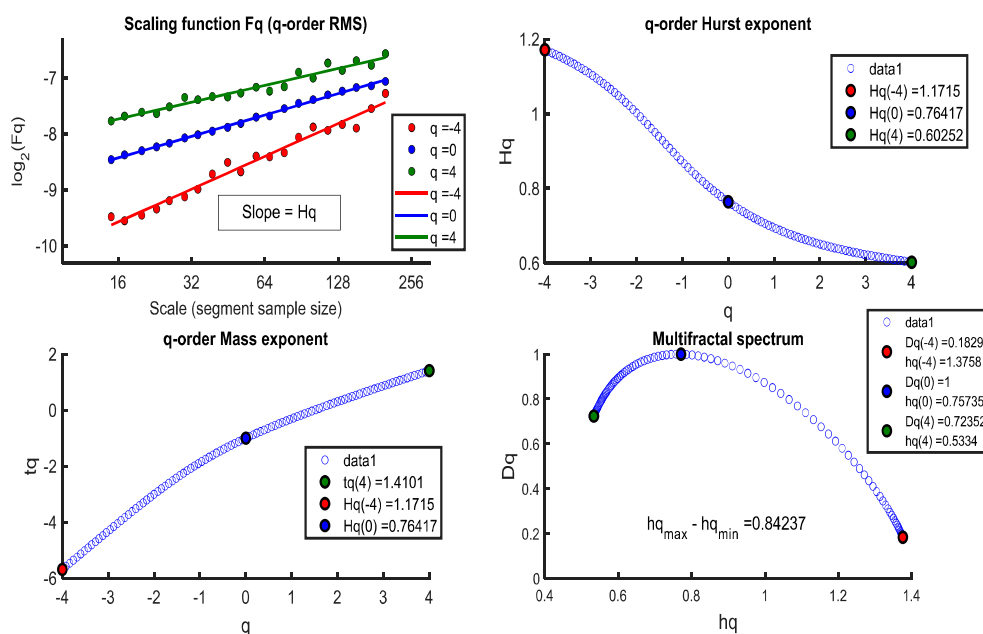
شکل (ب) منحنی‌های حاصل از تحلیل نوسانات روندزدایی شده چند فرکتالی مربوط به فلزات اساسی



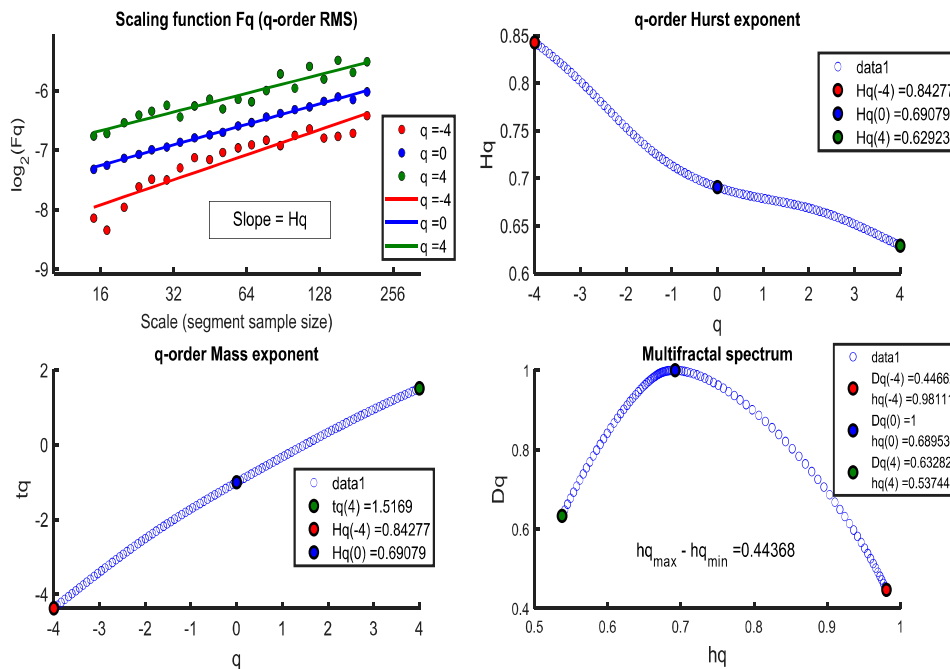
(ج) منحنی‌های حاصل از تحلیل نوسانات روندزدایی شده چند فرکتالی مربوط به فرآورده های نفتی



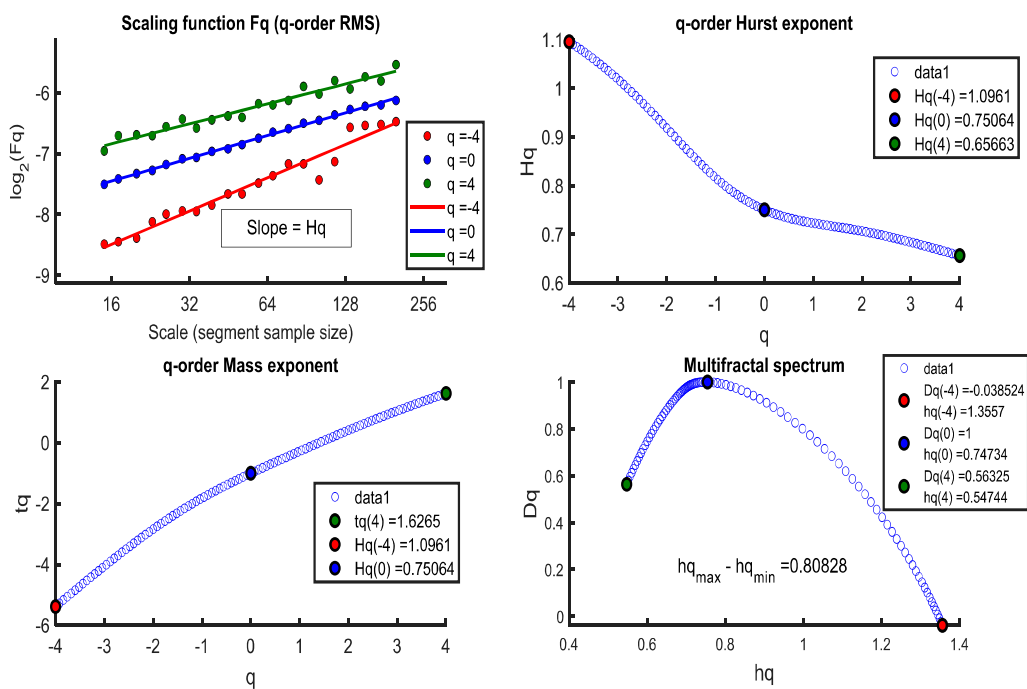
(د) منحنی‌های حاصل از تحلیل نوسانات روندزدایی شده چند فرکتالی مربوط به کانه های فلزی



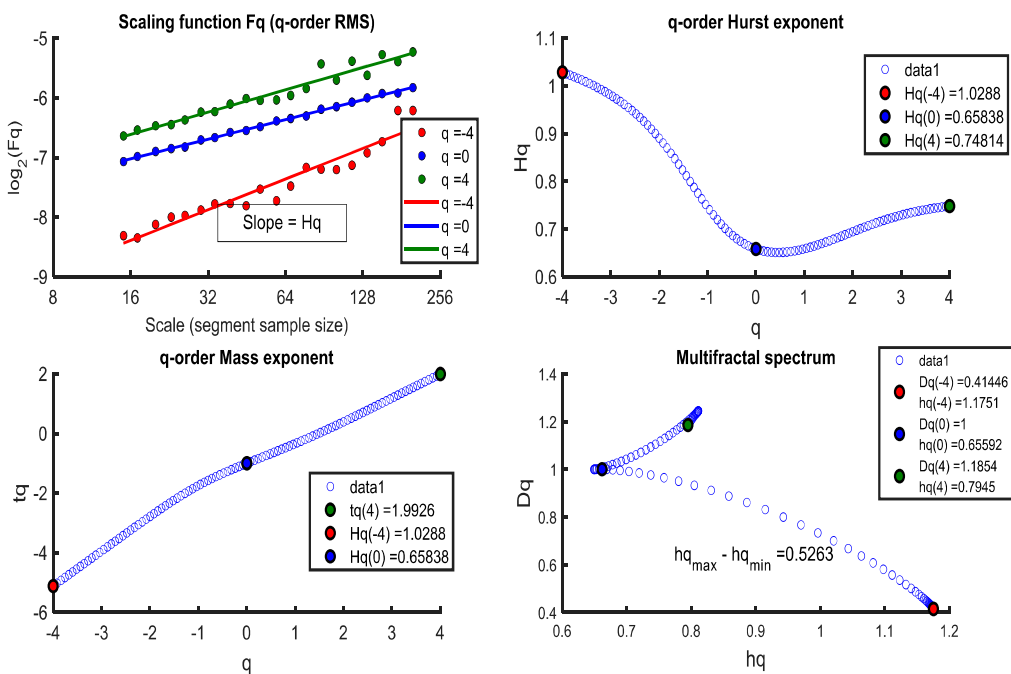
(ه) منحنی‌های حاصل از تحلیل نوسانات روندزدایی شده چند فرکتالی مربوط به بانک‌ها



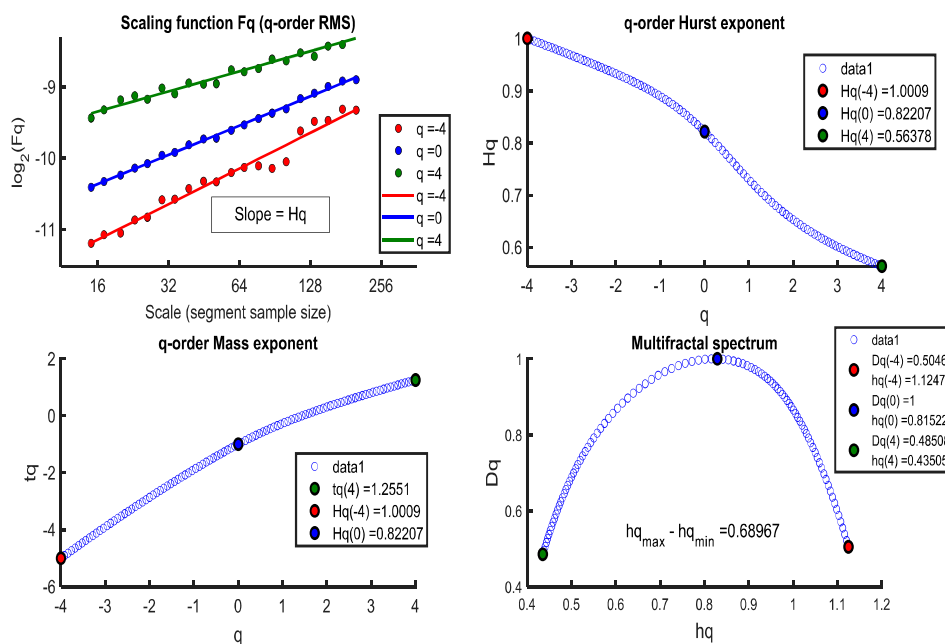
(و) منحنی‌های حاصل از تحلیل نوسانات روندزدایی شده چند فرکتالی مربوط به چند رشته‌ای صنعتی



(ز) منحنی‌های حاصل از تحلیل نوسانات روندزایی شده چند فرکتالی مربوط به سرمایه‌گذاری‌ها



(ح) منحنی‌های حاصل از تحلیل نوسانات روندزایی شده چند فرکتالی مربوط به خودروسازی



(ط) منحنی‌های حاصل از تحلیل نوسانات روندزدایی شده چند فرکتالی مربوط به محصولات دارویی

یادداشت‌ها:

نمودار بالا و پایین سمت راست، به ترتیب، نمودار نمای هرست تعمیم یافته بر حسب مرتبه q و طیف چند فرکتالی را نشان می‌دهد. نمودارهای بالا و پایین سمت چپ نیز به ترتیب، نمودار تابع نوسانات بر حسب مقیاس است که شیب آن، نمای هرست را نشان می‌دهد و نمودار پایین نمای مقیاس بندی شده $\tau(q)$ بر حسب مرتبه‌های مختلف q است.

نمودار ۳. منحنی‌های حاصل از تحلیل نوسانات روندزدایی شده چند فرکتالی مربوط به صنایع مورد مطالعه (الف تا ط)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۲. نمای هرست تعمیم یافته در مرتبه‌های مختلف q و پهنای طیف چند فرکتالی

مرتبه‌های مختلف q	محصولات شیمیایی	فلزات اساسی	بانک‌ها	سرمایه گذاری	کانه‌های فلزی	چند رشته ای	فرآورده-های نفتی	محصولات دارویی	خودرو سازی
-۴	۰/۹۹	۰/۹۰	۱/۱۷	۱/۰۹	۱/۴۹	۰/۸۴	۲/۳۳	۱	۱/۰۳
-۳	۰/۹۵	۰/۸۷	۱/۱۲	۱/۰۲	۱/۳۹	۰/۸۰	۲/۲۱	۰/۹۷	۰/۹۸
-۲	۰/۸۹	۰/۸۳	۱	۰/۹۲	۱/۲۰	۰/۷۵	۱/۹۵	۰/۹۳	۰/۸۹
-۱	۰/۸۲	۰/۷۹	۰/۸۷	۰/۸۱	۰/۹۳	۰/۷۱	۱/۲۸	۰/۸۸	۰/۷۵
۰	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۶۹	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۶۶
۱	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۶۹	۰/۷۲	۰/۶۹	۰/۶۸	۰/۶۵	۰/۷۳	۰/۶۶
۲	۰/۶۵	۰/۶۹	۰/۶۵	۰/۷۰	۰/۶۵	۰/۶۷	۰/۴۰	۰/۶۵	۰/۶۹
۳	۰/۶۱	۰/۶۶	۰/۶۲	۰/۶۸	۰/۶۲	۰/۶۵	۰/۱۸	۰/۶۰	۰/۷۳
۴	۰/۵۷	۰/۶۴	۰/۶۰	۰/۶۶	۰/۶۰	۰/۶۳	۰/۰۶	۰/۵۶	۰/۷۵
پهنای طیف	۰/۷۰	۰/۴۵	۰/۸۴	۰/۸۱	۱/۲۶	۰/۴۴	۳/۰۴	۰/۶۹	۰/۷۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۳. رتبه بندی ناکارایی صنایع مورد مطالعه بر اساس معیارهای مختلف

معیارهای مختلف ناکارایی	محصولات شیمیایی	فلزات اساسی	بانک‌ها	سرمایه گذاری	کانه‌های فلزی	چند رشته ای	فرآورده-های نفتی	دارویی	خودروسازی
DME	۰/۲۹	۰/۲۷	۰/۳۹	۰/۳۸	۰/۵۵	۰/۲۳	۱/۲	۰/۳۰	۰/۳۹۵
DMEE	۰/۳۱	۰/۲۳	۰/۴۲	۰/۴۰	۰/۶۲	۰/۲۲	۰/۷۰	۰/۲۷	۰/۱۹
ME	۰/۳۵	۰/۲۹	۰/۴۵	۰/۴۴	۰/۶۵	۰/۲۶	۱/۵	۰/۳۴	۰/۴۲
رتبه ناکارایی بر اساس DME	۷	۸	۴	۵	۲	۹	۱	۶	۳
رتبه ناکارایی بر اساس DMEE	۵	۷	۳	۴	۲	۸	۱	۶	۹
رتبه ناکارایی بر اساس ME	۶	۸	۳	۴	۲	۹	۱	۷	۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مرتبه Q، نمای هرست تعمیم یافته افزایش یافته و همبستگی افزایش می‌یابد. بدین ترتیب، نوسانات بزرگ‌تر نسبت به نوسانات کوچک‌تر دارای همبستگی بیشتری هستند. این رفتار اگرچه بنظر نامتعارف می‌رسد اما غیرقابل قبول نیست.

محاسبه کارایی صنایع

بر اساس داده‌های به دست آمده از نمای تکنیکی، سه شاخص مختلف ناکارایی صنایع منتخب، محاسبه و در جدول شماره (۳) گزارش شده است.

مشاهده می‌شود که بر اساس هر سه معیار DMEE DME و ME، ناکارترین صنایع به ترتیب فرآورده‌های نفتی و کانه‌های فلزی بوده اند. همچنین بر اساس هر سه معیار، شرکت‌های چند رشته‌ای صنعتی و فلزات اساسی کمترین ناکارایی را داشته‌اند. بر اساس دو معیار DME و ME، بانک‌ها در رتبه سوم سرمایه گذاری در رتبه چهارم ناکارایی قرار دارند.

۵- بحث و نتیجه گیری

بازار بورس اوراق بهادار تهران، از جمله بازارهایی است که بخصوص در سال‌های اخیر مورد توجه سرمایه‌گذاران قرار گرفته است. این بازار شامل صنایع مختلفی است و هر صنعت مجموعه‌ای از شرکت‌هاست. یکی از مفاهیم مطرح در بازارهای مالی، بررسی کارایی از نوع ضعیف در این بازارهاست. در یک بازار ناکار، امکان وجود بازدهی غیر عادی برای سرمایه‌گذار وجود دارد. اما سری‌های زمانی مالی، سری‌های پیچیده‌ای هستند و تحلیل آن‌ها نیز نیاز به ابزارهای پیچیده دارد. در حقیقت، این داده‌ها دارای نوسانات بزرگ و کوچکی هستند و ممکن است رفتار داده در هر نوع از این نوسانات متفاوت از دیگری باشد. یکی از تکنیک‌هایی که امروزه به طور وسیعی

در مطالعه حاضر به پیروی از ریزوی و همکاران (۲۰۱۴) و تیواری^۱ و همکاران (۲۰۱۷)، مقادیر Q بین ۴- و ۴+ تعیین شده است. در صورتی که طیف چند فرکتالی، یک سهمی پیوسته، نامتقارن و محدب باشد،

می‌توان گفت، سری زمانی، ماهیت چند فرکتالی دارد (هو و همکاران، ۲۰۱۸). همچنین، سری زمانی نوفه سفید و تک فرکتالی، دامنه طیف بسیار کوچکی دارند، اما سری زمانی چند فرکتالی، دارای طیف پهن است.

بر اساس شکل (۳) می‌توان مشاهده کرد که تمام صنایع اگرچه دارای طیف‌های متفاوتی هستند، ویژگی چند فرکتالی دارند. در جدول شماره (۲) نیز مقادیر نمای هرست تعمیم یافته در مرتبه‌های مختلف و پهنای طیف چند فرکتالی را برای صنایع مختلف، گزارش شده است.

نکاتی که از جدول شماره ۲ می‌توان دریافت، عبارتند از:

۱- نمای هرست مرتبه دو، برای همه صنایع بین ۰/۵ و ۱ قرار دارد، به جز فرآورده‌های نفتی. بدین ترتیب، همه صنایع مورد بررسی، دارای رفتار پایدار و همبستگی مثبت هستند، اما فرآورده‌های نفتی، رفتاری ضد پایداری دارد که نوسانات کوچک و بزرگ، مرتب پشت سر هم تکرار می‌شوند.

۲- نمای هرست تعمیم یافته برای تمام صنایع به جز صنعت خودروسازی، با افزایش Q، کاهش یافته است. به این معنا که ویژگی حافظه بلندمدت در نوسانات کوچک بیشتر از نوسانات بزرگ است. اما در صنعت خودروسازی، در نوسانات بزرگ، جهت حرکت نمای هرست، معکوس شده است. به عبارت دیگر، در صنعت خودروسازی، در نوسانات بزرگ، با افزایش

1. Tiwari

2. Hou

این صنایع توسط سیاستگذاران به منظور بهبود شفافیت و افزایش کارایی، ضروری بنظر می‌رسد.

نکته قابل توجه در مطالعه حاضر این است که بر اساس معیار ME، کمترین میزان ناکارایی برابر با ۰/۲۶ به دست آمده است. این در حالی است که ریزوی و همکاران (۲۰۱۴) نیز ناکارایی را بر اساس همین شاخص برای کشورهای پیشرفته و اسلامی محاسبه کرده‌اند. نتیجه مطالعه این محققان نشان می‌دهد که برای کشورهای پیشرفته، میزان ناکارایی بازار سهام کمتر از ۰/۱ است. برای بیشتر کشورها، میزان ناکارایی بین ۰/۱ تا ۰/۲ بوده است. ناکاراترین بازار، مربوط به کشور پاکستان است که ناکارایی آن برابر با ۱/۰۵ است. مقایسه مطالعه حاضر با نتایج مطالعه ریزوی و همکاران (۲۰۱۴) حاکی از ناکارایی شدید تمام صنایع منتخب در بازار سهام ایران و توسعه نیافتگی آن‌ها دارد.

علت بروز این توسعه نیافتگی در بازار سهام را می‌توان به شرایط خاص اقتصاد ایران و دخالت‌های مستقیم و غیر مستقیم دولت در بازارهای مالی نسبت داد.

چنین سیاست‌های حمایتی (مانند آزادسازی سهام عدالت، فروش سهام دولت در بانک‌ها، شرکت‌های بیمه و پالایشگاه‌ها در قالب صندوق‌های سرمایه‌گذاری قابل معامله، تغییر مدیریت سازمان بورس و تغییر مداوم قوانین خرید و فروش) از جمله در زمان وقوع بحران‌های اقتصادی تاثیر زیادی بر نوسانات این بازارها داشته و موجب افزایش ناکارایی در آن‌ها شده است.

وجود بازار کارا از طریق تخصیص بهینه منابع، شکل‌گیری سرمایه و توزیع کانال‌های ثروت، نقش مهمی در توسعه اقتصاد ایفا می‌کند، این مسأله بخصوص در مورد کشور ایران بسیار مهم است زیرا تحریم‌های اقتصادی با افزایش نرخ ارز و قیمت مواد اولیه باعث ایجاد مشکلاتی در تولید شده است. از آن‌جا که بازارهای مالی کارا، می‌توانند به تخصیص بهینه منابع کمک کنند، در صورتی که کارایی بازار سهام ایران بهبود یابد، در تامین مالی بنگاه‌های تولیدی و ایجاد رونق اقتصادی، نقش بسزایی خواهد داشت.

لذا پیشنهاد می‌شود، سیاستگذار به جای حمایت‌های مقطعی جهت کسب رضایت کوتاه مدت سهامداران یک صنعت خاص (که به نوبه خود باعث سلب اعتماد گروه بزرگ‌تری از سرمایه‌گذاران شده و در نتیجه بر ناکارایی بازار می‌افزاید) با بومی‌سازی سازوکارهای بازارهای مالی موفق دنیا، سعی در کاهش درجه ناکارایی بازار کند.

برای تحلیل بازارهای مالی استفاده شده است، تحلیل نوسانات روندزایی شده چند فرکتالی است. در این تکنیک، نمای هرست تعمیم یافته بر حسب نوسانات مختلف محاسبه می‌شود. نمای هرست، نشان دهنده همبستگی بین داده‌هاست. با استفاده از نمای هرست به دست آمده، شاخص‌های مختلف کارایی، قابل محاسبه هستند. همچنین پهنای طیف چند فرکتالی که بر اساس اختلاف بیشترین و کمترین مقدار نمای تکنیکی است، ترسیم می‌شود. هر چه پهنای طیف چند فرکتالی بیشتر باشد، نشان دهنده این است که سری زمانی ویژگی چندفرکتالی بیشتری دارد.

در پژوهش حاضر نیز با استفاده از تحلیل نوسانات روندزایی شده چند فرکتالی و داده‌های روزانه (فروردین ۱۳۸۷ تا آذرماه ۱۳۹۹) ده صنعت فعال در بازار بورس اوراق بهادار تهران که دارای بیشترین سهم از ارزش بازار بورس هستند، به محاسبه کارایی هر صنعت پرداخته شده است.

نتایج به دست آمده حاکی از آن است اولاً تمامی صنایع مورد مطالعه دارای طیف چند فرکتالی پهنی هستند که حاکی از ویژگی چند فرکتالی در آن‌هاست. هر چه ویژگی چند فرکتالی در یک بازار بیشتر باشد، آن بازار کمتر توسعه یافته و ناکاراتر است. بنابراین تمام صنایع مورد بررسی، بازاری ناکارا دارند. به عبارت دیگر، پیش‌بینی پذیری در این بازارها، موجب شکل‌گیری بازدهی غیر عادی برای برخی سهام‌داران می‌شود.

در ادامه، با توجه به این که تمامی صنایع مورد مطالعه، ناکارا هستند، به رتبه بندی ناکارایی آن‌ها پرداخته شده است.

محاسبه کارایی نشان می‌دهد که شرکت‌های چند رشته‌ای صنعتی و صنعت فلزات اساسی، کمترین ناکارایی را در بین صنایع مورد مطالعه داشته‌اند. شرکت‌های چند رشته‌ای صنعتی شامل شرکت شستا، وامید، وغدیر، وبانک و صندوق است. صنعت فلزات اساسی، نیز شامل شرکت‌هایی از قبیل فولاد مبارکه اصفهان، شرکت ملی صنایع مس ایران، ذوب‌آهن اصفهان و... است. پس از آن‌ها، صنعت محصولات شیمیایی که شامل شرکت‌های پتروشیمی است، قرار دارد. همچنین، محصولات دارویی، خودروسازی و سرمایه‌گذاری از لحاظ کارایی در رتبه‌های متوسط قرار دارند.

سه صنعت فرآورده‌های نفتی و کانه‌های فلزی به ترتیب ناکاراترین صنایع، شناسایی شده‌اند. هر چند به نتایج به دست آمده با استفاده از هر تکنیکی باید با دیده احتیاط نگریست؛ ولی بنظر می‌رسد در این صنعت امکان کسب بازدهی غیرعادی برای سهام‌داران بیشتر از سایر صنایع بوده‌است. بنابراین بررسی

منابع

- صنایع منتخب بورس اوراق بهادار تهران بر اساس عوامل بنیادی صنعت با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها". مدیریت دارایی و تامین مالی، سال سوم، شماره ۲ (پیاپی ۹).
- Aslam, F., Latif, S., & Ferreira, P. (2020). "Investigating Long-Range Dependence of Emerging Asian Stock Markets Using Multifractal Detrended Fluctuation Analysis". *Symmetry*, 12(7), 1157.
- Bachelier, L. (1900). "Theory of speculation in the random character of stock market prices". *MIT Press, Cambridge, Mass. Blattberg*, 1018, 17-78.
- Caraiani, P. (2012). "Evidence of multifractality from emerging European stock markets". *PloS one*, 7(7), e40693.
- Dutta, S. (2010). "Multifractal detrended fluctuation analysis of SENSEX fluctuation in the Indian stock market". *Canadian Journal of Physics*, 88(8), 545-551.
- Fama, E. (1970). "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work". *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417. doi:10.2307/2325486.
- Horta, P., Lagoa, S., & Martins, L. (2014). "The impact of the 2008 and 2010 financial crises on the Hurst exponents of international stock markets: Implications for efficiency and contagion". *International Review of Financial Analysis*, 35, 140-153.
- Hou, W., Feng, G., Yan, P., & Li, S. (2018). Multifractal analysis of the drought area in seven large regions of China from 1961 to 2012. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 130(4), 459-471.
- Jiang, Z. Q., Xie, W. J., Zhou, W. X., & Sornette, D. (2019). "Multifractal analysis of financial markets: a review". *Reports on Progress in Physics*, 82(12), 125901.
- Miloş, L. R., Hațiegan, C., Miloş, M. C., Barna, F. M., & Boţoc, C. (2020). "Multifractal Detrended Fluctuation Analysis (MF-DFA) of Stock Market Indexes. Empirical Evidence from Seven Central and Eastern European Markets". *Sustainability*, 12(2), 535.
- Norouzzadeh, P., & Jafari, G. R. (2005). "Application of multifractal measures to Tehran price index". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 356(2-4), 609-627.
- Oświe, P., Kwapien, J., & Drozd, S. (2005). "Multifractality in the stock market: price increments versus waiting times". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 347, 626-638.
- Peters, E. E. (1994). "Fractal market analysis: applying chaos theory to investment and economics". (Vol. 24). John Wiley & Sons.
- Rizvi, S. A. R., & Arshad, S. (2016). "How does crisis affect efficiency? An empirical study of East Asian markets". *Borsa Istanbul Review*, 16(1), 1-8.
- Rizvi, S. A. R., Dewandaru, G., Bacha, O. I., & Masih, M. (2014). "An analysis of stock market efficiency: Developed vs Islamic stock markets using MF-DFA". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 407, 86-99.
- Tiwari, A. K., Albulescu, C. T., & Yoon, S. M. (2017). "A multifractal detrended fluctuation analysis of financial market efficiency: Comparison using Dow Jones sector ETF indices". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 483, 182-192.
- Yuan, Y., Zhuang, X. T., & Jin, X. (2009). "Measuring multifractality of stock price fluctuation using multifractal detrended

- fluctuation analysis". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 388(11), 2189-2197.
- Zhuang, X., Wei, Y., & Ma, F. (2015). "Multifractality, efficiency analysis of Chinese stock market and its cross-correlation with WTI crude oil price". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 430, 101-113.